

# К ПРОБЛЕМЕ СВЕТИМОСТИ КВАЗАРОВ В ТЭВ-м ДИАПАЗОНЕ ЭНЕРГИЙ

ПЕТРУНЕНКО В. В.

Белорусский национальный технический университет

Проблему светимости квазаров можно решить, но для этого необходимо знание иерархического спектра стабильных зарядов, образующихся в процессе развития метagalактики. Вопрос этот не из простых, тем не менее в [1], посвященной его решению, в рамках волнового подхода получена полуэмпирическая формула

$$m_0 = m_g \cdot 10^{\lg \alpha / (\lg \epsilon)^{1/3}} \cos^2 k\pi \lg(\epsilon/2),$$

дающая иерархический спектр стабильных зарядов, где  $\lg \alpha = 24,18875$ ;  $\epsilon = r/r_{oe}$ ;  $r$  – радиус основного состояния планетарной системы;  $r_{oe}$  – классический радиус обращающегося в ней заряда;  $m_g = 1,50465 \cdot 10^{-45}$  кг,  $k = 0, 1, 2, \dots$

Отсюда, приняв  $k = 2$  и исследуя приведенную функцию на экстремумы, находим следующий спектр зарядов с параметрами основного состояния  $\epsilon$ .

Полученный спектр замечателен тем, что он дает три заряда, находящиеся в области калибровочной «пустыни», т. е. как раз там, где современная теоретическая физика, да и экспериментальная тоже, совершенно бессильны. Это заряды, находящиеся в позициях 1, 2 и 3. Кроме того, следует отметить, что заряды, находящиеся в четных позициях табл. 1, являются переносчиками взаимодействий. На этом основании можно предположить, что в метagalактике должны быть объекты, содержащие супертяжелые атомы, состоящие из приведенных зарядов.

Чтобы разобраться в этом вопросе, в первую очередь попробуем, опираясь на астрофизические данные, определить массу  $m_0$  супернуклона (массу суператома). Для этого предположим, что реликты в ядре квазара действительно есть. Допустим, что это газовый конгломерат,

состоящий из  $N$  суператомов, на каждый нуклон ядра которого приходится один суперэлектрон оболочки с массой  $m_e$ , его нейтрализующий, причем такой, что  $m_e \ll m_0$ , либо плазменный конденсат с теми же зарядами. Тогда общая масса  $M_v$  атомов в ядре квазара  $M_v = Nm_0$ . Зная, что каждый суперэлектрон, имея скорость в основном состоянии  $v_e$ , создает на расстоянии  $r$  от себя индукцию  $B_e = (\mu_0/4\pi)ev_e/r^2$ , находим, что  $N$  таких зарядов создают на том же расстоянии индукцию  $B = NB_e$ . Отсюда  $N = B/B_e$ .

Таблица 1

№ п/п	$m$ , кг	$m$ , эВ	$\epsilon$
1	$1,8594 \cdot 10^{-9}$	$1,0430 \cdot 10^{27}$	2
2	$6,618 \cdot 10^{-18}$	$3,710 \cdot 10^{18}$	4,00
3	$6,319 \cdot 10^{-23}$	$35,446 \cdot 10^{12}$	14,5
4	$1,805 \cdot 10^{-25}$	$101,3 \cdot 10^9$	50
5	$4,006 \cdot 10^{-27}$	$2,247 \cdot 10^9$	168
6	$2,501 \cdot 10^{-28}$	$140,3 \cdot 10^6$	552
7	$2,90 \cdot 10^{-29}$	$16,27 \cdot 10^6$	1800
8	$5,10 \cdot 10^{-30}$	$2,86 \cdot 10^6$	–
9	$1,18 \cdot 10^{-30}$	$0,66 \cdot 10^6$	18500

Индукцию  $B$  непосредственно измерить нельзя, но ее можно определить из следующих соображений. В сильных магнитных полях плазма неустойчива, поэтому в центральных системах с сильным магнитным полем развивается турбулентность. Записав равенство плотностей магнитной энергии и энергии турбулентного движения  $B^2/2\mu_0 = \bar{\rho} v^2/2$ , получим  $B = v\sqrt{\mu_0 \bar{\rho}}$ , где  $\bar{\rho}$  – средняя плотность массы, заключенной в пределах радиуса  $r$ ;  $v$  – скорость турбулентного движения газа на этом расстоя-

нии. Собрав все формулы вместе и учитывая, что  $\bar{\rho} = 3M_v/4\pi r^3$ , в итоге получим

$$M_v = \frac{12\pi}{\mu_0} \frac{m_0^2}{e^2} \left( \frac{v}{v_e} \right)^2 r.$$

Приняв для квазара 3C273  $M_v = (2,31 \pm \pm 3,14) \cdot 10^{38}$  кг;  $r = (1,60 \pm 0,15) \cdot 10^{14}$  м;  $v = (1,43 \pm 0,06) \cdot 10^6$  м/с (подробности в [2]) и имея в виду, что скорость суперэлектрона в основном состоянии  $v_e = 7,676 \cdot 10^7$  м/с, из этой формулы получим:  $m_0 = 1,886 \cdot 10^{-9}$  кг. Если учесть погрешности, то  $m_0 = (1,9 \pm 1,3) \cdot 10^{-9}$  кг. Согласие полученного результата с массой  $m_0 = (\hbar_0 c/G)^{1/2}$ , а она равна  $1,8594 \cdot 10^{-9}$  кг, получилось более чем хорошее. Таким образом, астрофизические данные показывают присутствие в ядрах квазаров реликтовых зарядов, образующих суператомы.

Далее предположим, что нашлась какая-то причина, производящая ионизацию этих атомов, причем такая, что за время  $dt$  во всем объеме будет ионизировано  $dN = k_n N dt$  атомов, где  $N$  – исходное число нейтральных атомов, а  $k_n$  – коэффициент ионизации, равный отношению числу атомов, ионизированных в единицу времени. Поскольку процесс ионизации происходит совместно с рекомбинацией (обратным переходом суперэлектронов в основное состояние), в установившемся режиме число ионизаций равно числу рекомбинаций. Но за каждую рекомбинацию высвечивается энергия  $W_1$ , равная энергии связи суперэлектрона в его основном состоянии. Следовательно, за время  $dt$  будет высвечена энергия  $dW = W_1 dN = k_n N W_1 dt$ . Отсюда мощность излучения  $dW/dt = k_n N W_1$ . Но так как  $N = M_v/m_0$ , а

$$W_1 = T = m_{0e} c^2 \left( \frac{1}{\sqrt{1 - v_e^2/c^2}} - 1 \right),$$

где  $T$  – кинетическая энергия суперэлектрона в основном состоянии, следовательно:

$$\frac{dW}{dt} = k_n \frac{M_v}{m_0} m_{0e} c^2 \left( \frac{1}{\sqrt{1 - v_e^2/c^2}} - 1 \right) = k_n \frac{M_v}{m_0} W_1,$$

где  $v_e$  – скорость суперэлектрона относительно ядра суператома.

Произведем оценки. Сначала рассчитаем энергию  $W_1$ . Приняв, следуя иерархическим данным,  $m_{0e} = 6,319 \cdot 10^{-23}$  кг = 35,446 ТэВ и  $v_e = 7,676 \cdot 10^7$  м/с ( $\epsilon = 14,5$ ), из первой формулы находим, что  $W_1 = 1,9584 \cdot 10^{-7}$  Дж = 1,2224 ТэВ. Для водородоподобного атома эта энергия является максимальной энергией излучения. Следовательно, спектр излучения такого атома в первом приближении можно рассчитать по формуле

$$W_{\gamma n} = W_1 \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right).$$

В частности, приняв  $W_1 = 1,2224$  ТэВ для первой серии, получаем  $W_{12} = 0,917$  ТэВ,  $W_{13} = 1,086$  ТэВ и т. д. Для второй серии  $W_{23} = 0,170$  ТэВ,  $W_{24} = 0,229$  ТэВ и т. д. Рассчитанный порог излучения, в частности энергия излучения  $W_{\gamma 1} = 0,917$  ТэВ, находится в хорошем согласии со средним пороговым значением  $\gamma$ -излучения  $\langle W_{\gamma} \rangle = 0,9$  ТэВ, найденным путем усреднения двух пороговых энергий  $W_{\gamma} = 1$  ТэВ и  $W_2 = 0,8$  ТэВ,  $\gamma$ -квантов ТэВ-х энергий, зарегистрированных  $\gamma$ -телескопами разных обсерваторий от ядер квазаров и некоторых галактик [3]. Получается так, что эмпирическая оценка массы покоя суперэлектрона через энергию связи  $W_1$ , основанная на прямых астрофизических данных, совпадает с иерархической массой последнего. Ориентируясь на этот результат, попробуем рассчитать максимально возможную мощность излучения квазара. Для этого, приняв  $k_n = 1$  (1/с), переведем все атомы ядерного конгломерата в ионизированное состояние (плазмы). Затем, полагая, что масса ядра квазара, например, 3C273  $M_v = 2,31 \cdot 10^{38}$  кг, а энергия связи суперэлектрона  $W_1 = 1,2224$  ТэВ, из предыдущей формулы находим, что  $dW/dt = 2,433 \cdot 10^{40}$  Дж/с. Результат расчета находится в согласии с эмпирическими данными, которые показывают, что для ядра квазара 3C273 мощность излучения  $dW/dt \approx 1 \cdot 10^{40}$  Дж/с, а для квазара 3C279 –  $dW/dt \approx 6 \cdot 10^{40}$  Дж/с [4].

Используя эти данные, приступим к определению размеров суператома. Для этого по формуле  $r_{oe} = \hbar_0 / m_{oe} c$ , где  $\hbar_0 = 7,6957 \cdot 10^{-37}$  Дж·с, рассчитаем сначала классический радиус суперэлектрона. Расчет показывает, что для массы  $m_{oe} = 6,319 \cdot 10^{-23}$  кг (35,446 ТэВ) радиус  $r_{oe} = 4,062 \cdot 10^{-23}$  м. Подставляя результат расчета в формулу  $r = r_{oe} \epsilon$ , где  $\epsilon = 14,5$ , находим, что радиус суператома  $r = 5,890 \cdot 10^{-22}$  м, размер  $d = 2r = 1,178 \cdot 10^{-22}$  м.

Далее предположим, что суператомы, пройдя газовую фазу, сконденсировались так, что в итоге образовался твердотельный конденсат сферической формы. Поскольку атом в S-состоянии имеет сферическую форму, радиус получившегося тела можно рассчитать по формуле

$$R = r \sqrt[3]{\frac{M_v}{m_0} k_y},$$

где  $M_v / m_0 = N_a$  – общее число атомов;  $r$  – радиус атома,  $k_y$  – упаковочный коэффициент, предположительно равный 1,5 для твердого тела и значительно больше 1 для газового облака. Подставив в эту формулу числовые данные, получим  $R = 3,36 \cdot 10^{-6}$  м. Размер объекта оказался очень малым. Но именно этим размером и объясняется точечность объектов  $\gamma$ -излучения ТэВ-х энергий. Далее предположим, что суператомы располагаются так, что магнитные поля, создаваемые суперэлектронами, просуммируются. В итоге образуется крошечный магнетоид с магнитным полем огромной индукции, которая вблизи поверхности магнетоида согласно формуле

$$B = \frac{M_v}{m_0} \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{ev}{r^2} \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

равна  $1,40 \cdot 10^{40}$  Тл, тогда как на расстоянии  $r_T = 1,60 \cdot 10^{14}$  м, где  $r_T$  – характерный размер турбулентной области ядра квазара,  $B = 6,174$  Тл. Для расстояния  $r = 8,5$  кПк  $= 2,623 \cdot 10^{20}$  м, где находится Солнце,  $B = 2,218 \cdot 10^{-12}$  Тл. Если же учесть, что полная масса галактики в пределах этого радиуса составляет  $\sim 10^{42}$  кг, то  $B = 1 \cdot 10^{-8}$  Тл, что полностью совпадает с эмпирическим результатом.

Таким образом, результаты исследований показывают, что в ядрах галактик и квазарах действительно есть объекты, состоящие из суператомов, в ядрах которых находятся супернуклоны массой  $1,8 \cdot 10^{-9}$  кг, а в оболочке находятся суперэлектроны массой  $35,5$  ТэВ/с<sup>2</sup>. Присутствие таких атомов решает практически все энергетические проблемы квазаров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Петруненко В. В. К вопросу об иерархиях взаимодействий, мегамасс и микрорезонансов // Современные теоретические и экспериментальные проблемы теории относительности и гравитации: Тез. докл. 6-й всесоюз. конф. / Под общ. ред. Я. П. Терлецкого. – М.: Изд-во УДН, 1984. – С. 345–348.
2. Петруненко В. В. Реликты метagalктики // Новые идеи и альтернативные взгляды в космологии: Сб. докл. на I всесоюз. семинаре, Самара, 10–15 июня 1990 г. – Самара, 1991. – С. 63–65.
3. Результаты наблюдений потоков  $\gamma$ -квантов высоких энергий, проведенных на детекторе черенковских вспышек ШАЛ в Крымской астрофизической обсерватории / О. Р. Калекин, Н. Н. Чаленко, Ю. Л. Зыскин и др. // Изв. АН. Сер. физическая. – 1999. – Т. 63. – № 3. – С. 604–607.
4. Обнаружение  $\gamma$ -излучения высокой энергии от квазара 3C279 с помощью телескопа EGRET на орбитальной гамма-обсерватории им. Комптона / R. C. Hartman, D. L. Bertsch, C. E. Fichtner et al. // Astrophys. J. – 1992. 385, № 1. – Pt. 2. P. L1–L4.